

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-022714

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 07-171751

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 07.07.1995

(72)Inventor : WAKATSUKI SHIGERU

OGA SHUNSUKE

HASEGAWA MASAKAZU

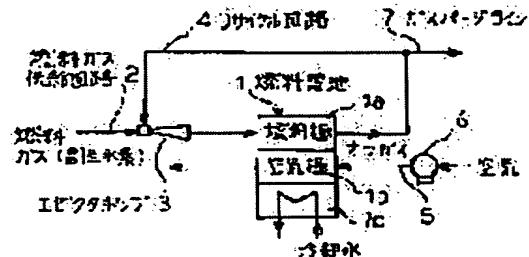
YOSHIOKA HIROSHI

MIKAMI MAKOTO

## (54) OFF-GAS RECYCLE SYSTEM OF FUEL CELL POWER GENERATING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an off-gas recycle system for a fuel cell power-generating device of such a structure as recycling the off-gas exhausted from a fuel electrode of fuel cell and feeding back to the fuel electrode upon being mixed with a fuel gas (aux. type hydrogen) supplied anew externally, with which it is practicable to suppress the accumulation of the concentration of a minute quantity of impurities other than hydrogen included in the fuel gas in association with the off-gas recycling and permit the fuel cell to operate in a stable performance for a long period of time.



**SOLUTION:** An off-gas recycle circuit 4 is installed in piping between a gas outlet of a fuel electrode 1a of a fuel cell 1 and an ejector pump 3 installed in a fuel gas supply circuit 2, and to this recycle circuit 4 a gas purge line 7 opened to the atmosphere side is installed divergently on the way of the pipeline, and through it a part of off-gas to be recycled is discharged to outside the system via the gas purge line. This allows suppressing the accumulation of a minute quantity of impurities included in the fuel gas in the system in the course of repeated recycles, and

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

thereby battery performance can be maintained stably.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

## \* NOTICES

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] the hydrogen which this invention recycled the fuel offgas discharged from a fuel cell, and was more newly than the exterior supplied -- the fuel cell power plant make rich fuel gas mix offgas and made it make the fuel electrode of a fuel cell recycle -- it is related especially with the off-gas recycle

[0002]

[Description of the Prior Art] Development of the fuel cell power plant for on site which uses the byproduction hydrogen which becomes recently, for example, is obtained as a by-product accompanying production of a major product at brine electrolysis works, a certain kind of synthetic-chemistry works, etc. as original fuel gas of a fuel cell is furthered. Moreover, with an eye on lowering consumption reduction of original fuel and the hydrogen utilization factor of a fuel cell, and aiming at an improvement of output characteristics about this fuel cell power plant Fuel offgas discharged from a fuel cell (the hydrogen utilization factor of a fuel cell is usually 60 - 80%) the hydrogen which did not contribute to the electrochemical reaction of a fuel cell off-gas is contained -- \*\*\*\* -- it recycles, and after making the more newly than the exterior supplied fuel gas (byproduction hydrogen in a chemical plant) mix offgas through an ejector etc., a fuel cell is supplied, and the thing of the method made like is known

[0003] Drawing 10 is the system flow view of the conventional fuel cell power plant which adopted said off-gas recycle. The fuel electrode to which 1 expressed typically a fuel cell (phosphoric acid fuel cell), and 1a, 1b and 1c in drawing, an air pole, a cooling plate, The fuel gas supply circuit by which 2 leads to the byproduction hydrogen source of supply by the side of a site, the ejector pump which infixes 3 in the fuel gas supply circuit 2 (pump which operates considering fuel gas as working medium), As for the off-gas recycling circuit where 4 piped between the off-gas outlet of the fuel of a fuel cell 1, and the aforementioned ejector pump 3, and 5, an air supply circuit and 6 are air Blois.

[0004] It is well known to supply fuel gas (hydrogen rich by product gas) and air to fuel-electrode 1a of a fuel cell 1 and air pole 1b with this composition, and to generate electricity at the electrochemical reaction. Moreover, the offgas (the hydrogen which was not consumed by the fuel cell is included) discharged from fuel-electrode 1a of a fuel cell 1 is inhaled by the ejector pump 3 via the recycling circuit 4, and joins the fuel gas newly supplied from the outside here.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although the byproduction hydrogen obtained as a by-product in a chemical plant is refined and it is made to supply a fuel cell, the purity changes with works and contains impurities, such as oxygen, chlorine, and ammonia, with the minute amount in addition to hydrogen. Therefore, when the offgas of a fuel cell is recycled as mentioned above and a fuel cell is made to recycle, the high impurity concentration of the fuel gas which an impurity condenses gradually in connection with the repeat of recycling, and is introduced into a fuel cell goes up, and there is a possibility that this may reduce the electrode catalytic activity of a fuel cell between long-term

THIS PAGE BLANK (USPTO)

operations by the cause, or may give corrosion, and may have a bad influence on a cell performance. [0006] this invention is made in view of the above-mentioned point, and the offgas discharged from the fuel electrode of a fuel cell is recycled. the hydrogen newly supplied from the outside -- for the fuel cell power plant which generates electricity by supplying the fuel electrode of a fuel cell after making rich fuel gas mix the aforementioned offgas The 1st purpose suppresses accumulation of the impurity in the gas which emits an off-gas part out of a system in the recycling process of fuel offgas, and has a bad influence on a cell performance. Moreover, in case the 2nd purpose emits an off-gas part out of a system, it is to offer the off-gas recycle of the fuel cell power plant which prevents the air adverse current from an atmosphere side to into a system, and enabled it to operate safely.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st purpose of the above, according to this invention, to the off-gas recycling circuit which piped between the off-gas outlet of a fuel cell, and the fuel gas / off-gas mixture point in a fuel gas supply circuit, the branch line of the gas purge line wide opened on the piping way at the atmosphere side shall be carried out, and the off-gas part to recycle shall be emitted out of a system through the aforementioned gas purge line.

[0008] Moreover, in order to attain the 2nd purpose on the occasion of operation of the aforementioned method, according to this invention, it shall have the air antisuckback means which prevents air flowing into a recycling circuit from an atmosphere side through a gas purge line at the time of the gas pressure fall of a recycling circuit, and the air antisuckback means can be concretely carried out in a mode like degree account.

1) Prepare the inert gas supply line which introduces inert gas into a gas purge line from the exterior as an air antisuckback means.

[0009] 2) Always supply inert gas to a gas purge line through an inert gas supply line in the preceding clause 1.

3) In the preceding clause 1, equip an inert gas supply line with a gas supply valve, and carry out opening-and-closing control of the gas supply valve corresponding to gas pressure change of a recycling circuit.

4) In the preceding clause 3, equip a gas purge line with a pressure gage or an oxygen analyzer, and carry out opening-and-closing control of the gas supply valve based on the signal.

[0010] 5) As an air antisuckback means, it has the pressure gage which detects the gas pressure of a recycling circuit, and a flow control valve linked to the fuel gas supply circuit, and increase the quantity of the fuel gas amount of supply by regulation of a flow control valve based on the signal of the aforementioned gas pressure detection means at the time of an off-gas gas pressure fall, and hold off-gas gas pressure on it more than atmospheric pressure.

6) Equip a recycling circuit with the pressure gage which detects gas pressure, and a pressure regulating valve as an air antisuckback means, and hold the off-gas gas pressure which extracts the degree of valve-opening of a pressure regulating valve based on the signal of the aforementioned pressure gage at the time of an off-gas gas pressure fall, and is discharged from a fuel cell on it more than atmospheric pressure.

[0011] 7) Equip a downstream or a gas purge line with a pressure regulating valve from the branching point of a gas purge line in the preceding clause 6.

8) While equipping with a pressure regulating valve the pressure gage which detects the gas pressure of a recycling circuit, the flow control valve linked to the fuel gas supply circuit, and a recycling circuit as an air antisuckback means and increasing the quantity of the fuel gas amount of supply by regulation of a flow control valve based on the signal of the aforementioned pressure gage at the time of an off-gas gas pressure fall, hold the off-gas gas pressure which extracted the degree of valve-opening of a pressure regulating valve, and was discharged from the fuel cell more than atmospheric pressure.

[0012] Furthermore, as a means to prevent that a fuel cell receives a damage owing to the air adverse current from an atmosphere side to into a system, a gas purge line is equipped with a pressure gage, and when the detection value reached the permission lower limit which set atmospheric pressure to criteria, or it carried out the emergency shut down of the fuel cell, when a gas purge line is equipped with an

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

oxygen analyzer and this meter detects oxygen, there is also a method which carries out the emergency shut down of the fuel cell.

[0013]

[Function] Elevation of the high impurity concentration by which the off-gas amount of recycling decreases and only the part is contained in gas is suppressed by emitting an off-gas part out of a system through the gas purge line which branched from the recycling circuit in the process which recycles the fuel offgas discharged from a fuel cell as mentioned above. In addition, the gas pressure of the fuel gas (byproduct hydrogen) supplied to a fuel cell from the exterior is about hundreds of mmAgs in \*\* gage pressure, and although the off-gas gas pressure discharged from a fuel cell is based also on the line size of a recycling circuit, it is 100 - 200mmAg about, and is higher than atmospheric pressure.

[0014] By the way, since the offgas which flows a recycling circuit is inhaled by the ejector (refer to drawing 10) which makes drive gas the fuel gas newly supplied from the outside, For example, if the off-gas amount which the load of a fuel cell increases rapidly (the fuel gas consumption in a fuel cell increases), and is transitionally discharged from a fuel cell decreases The gas pressure of a recycling circuit falls, it becomes negative pressure to atmospheric pressure, and there is a possibility that air may flow backwards in a system from an atmosphere side through a gas purge line for this reason, and air may mix in fuel gas. If it becomes such a situation, and the hydrogen of fuel gas and the oxygen in air will carry out a direct reaction, a cell performance will be reduced and the amount of mixing of air will increase, the problem on safe will also be derived.

[0015] Even when introducing inert gas, such as nitrogen, into the gas purge line as this point and an antisuckback means of air and off-gas gas pressure falls, it can prevent that air flows backwards in a system from an atmosphere side. Moreover, if a pressure gage detects the off-gas failure of pressure, the degree of valve-opening of the flow control valve connected to the fuel gas supply circuit based on the signal is opened and the quantity of the amount of supply of fuel gas is increased, since an off-gas amount will also increase in connection with this and the gas pressure of a recycling circuit will be recovered, the adverse current of air can be prevented. If it adjusts so that the degree of valve-opening of the pressure regulating valve similarly infixed in the recycling circuit at the time of the off-gas failure of pressure may be extracted, the flowing off-gas gas pressure will recover the duct of an upstream from a valve.

[0016] Furthermore, gas pressure and an oxygen density are supervised in the pressure gage arranged on the gas purge line of a recycling circuit, or an oxygen analyzer. By increase of a cell load etc., off-gas gas pressure falls below to the permission lower limit which set atmospheric pressure to criteria, or Or when it becomes the situation where air \*\*\*\*\* out of the atmosphere with a gas fall, and oxygen is detected, by carrying out the emergency shut down of the fuel cell based on the detecting signal of the aforementioned pressure gage and an oxygen analyzer, the damage of a fuel cell is avoided beforehand and can be protected.

[0017]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. In addition, the example 1 which has given the same sign to the same member corresponding to drawing 10 all over drawing of each example: Drawing 1 shows the example corresponding to the claim 1 of this invention, and multipoint connection of the gas purge line 7 wide opened in the atmosphere from the middle is carried out to the off-gas recycling circuit 4. This gas purge line 7 uses the narrow pipe of a tube diameter compared with the main of the recycling circuit 4, and makes 100% the off-gas amount discharged from a fuel cell 1, for example, emits about 5% of offgas to an atmosphere side from the gas purge line 7, and it is made to recycle the 95 remaining% to the fuel gas supply circuit 2 through the recycling circuit 4.

[0018] Thus, it can suppress that the impurity of the minute amount contained in fuel gas by emitting an off-gas part out of a system through the gas purge line 7 from the recycling circuit 4 at the time of operation of a fuel cell is condensed by high concentration by the repeat of off-gas recycling, the bad influence which it has on the cell performance of a fuel cell so much is mitigated, and maintenance of the cell performance continued and stabilized at the long period of time can be aimed at.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0019] Example 2: Drawing 2 is a bundle thing about the example corresponding to the claims 2, 3, and 4 of this invention equipped with the inert gas supply rack as an antisuckback means of air to the gas purge line 7 of an example 1. In this example, the inert gas supply line 9 which leads to the gas purge line 7 through the gas supply valve 8 at an inert gas (nitrogen) source of supply is connected, during operation of a fuel cell 1, the gas supply valve 9 is opened and inert gas (gas pressure is set as the pressure [ a little ] higher than atmospheric pressure) is always introduced.

[0020] Even when the off-gas gas pressure which flows the recycling circuit 4 with rapid increase of a cell load etc. on stream [ a fuel cell ] falls and it becomes negative pressure to atmospheric pressure by this composition, there is no \*\*\*\*\* to which air flows backwards from an atmosphere side.

Example 3: Drawing 3 shows the application example of the aforementioned example 2 corresponding to the claims 5 and 6 of this invention, arranges a pressure gage 10 at the gas purge line 7 which branched from the off-gas recycling circuit 4, and is made to carry out opening-and-closing control of the gas supply valve 8 which connected with the inert gas supply line 9 of drawing 2 based on the detection value of the gas pressure.

[0021] Here, the aforementioned gas supply valve 8 is closed at the time of steady operation whose offgas is maintaining sufficient gas pressure, and an off-gas part is emitted out of a system through the gas purge line 7. On the other hand, if off-gas gas pressure falls to the permission lower limit which set atmospheric pressure to criteria, the gas supply valve 8 will be opened based on the detection value of a pressure gage 10, inert gas will be introduced into the gas purge line 7, and it will prevent that air flows backwards from an atmosphere side.

[0022] Example 4: Drawing 4 shows the application example of the aforementioned example 3, transposes the pressure gage of an example 3 to an oxygen analyzer 11 in this example, and is made to carry out opening-and-closing control of the gas supply valve 8 of the inert gas supply line 9. That is, if off-gas gas pressure falls below to permission \*\*\*\*\*, air flows backwards from an atmosphere side through the gas purge line 7 for this reason and an oxygen analyzer 11 detects the oxygen in air, the gas supply valve 8 will be opened based on the signal, inert gas will be introduced into the gas purge line 7, and the air adverse current to the recycling circuit 4 will be prevented.

[0023] Example 5: Drawing 5 shows the example corresponding to the claim 7 of this invention equipped with a different air antisuckback means in the account examples 2-4 of the point. In this example, the upstream of an ejector 3 other than the pressure gage 10 arranged on the gas purge line 7 is equipped with the flow control valve 12 and the gas flowmeter 13 as an air antisuckback means at the fuel gas supply circuit 2.

[0024] And when [, such as the time of rapid increase of a cell load, ] the off-gas gas pressure which the off-gas amount discharged from a fuel cell 1 decreases, and flows in the recycling circuit 4 falls, the quantity of the amount of fuel gas which carries out regulation control so that it may become large, and supplies the degree of valve-opening of a flow control valve 12 to a fuel cell 1 is increased based on the detecting signal of a pressure gage 10, and a gas flowmeter 13 detects the increase in the quantity of gas flow, and it carries out feedback control. The off-gas amount discharged from a fuel cell 1 also increases by this, the gas pressure of the recycling circuit 4 and the gas purge line 7 is recovered, and the air adverse current from an atmosphere side is prevented through the gas purge line 7 as this result.

[0025] Example 6: Drawing 6 shows the example corresponding to the claims 8, 9, and 10 of this invention into which the example 5 was developed further. In addition to the composition of drawing 5 , in this example, the additional equipment of the pressure regulating valve 14 is carried out to the downstream from the branch point of the gas purge line 7 in the recycling circuit 4.

[0026] And while controlling in the direction which increases the quantity of the off-gas amount which opens the degree of valve-opening of the flow control valve 12 connected to the \*\*\*\*\* machine of a pressure gage 10 like the example 5 at the fuel gas supply circuit 2 at the time of the off-gas failure of pressure, and is discharged from a fuel cell 1 The degree of valve-opening of the pressure regulating valve 14 which connected with the recycling circuit 4 simultaneously is extracted, the gas pressure of the upstream of the pressure regulating valve 14 including the gas purge line 7 is recovered quickly, and the air adverse current from an atmosphere side is prevented. In addition, it is about the method of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

closing a pressure regulating valve 14 completely and interrupting off-gas recycling temporarily until a pressure is recovered enough, when the off-gas failure of pressure is large.

[0027] Example 7: Drawing 7 shows the application example of the aforementioned example 6, in this example, the pressure regulating valve 14 in drawing 6 moves it to the gas purge line 7, is changed, and is installed. And a pressure regulating valve 14 is extracted at the time of the off-gas failure of pressure, or it closes, the gas pressure of the system inside in the gas purge line 7 is held to a pressure higher than atmospheric pressure, and the antisuckback of air is planned.

[0028] Example 8: Drawing 8 shows the example corresponding to 10 according to claim 1 of this invention. In this example, when off-gas gas pressure is supervised with the pressure gage 10 arranged on the gas purge line 7 and gas pressure falls to the permission lower limit on the basis of atmospheric pressure, emergency shut down instructions are outputted from the operation-control section 15 of a fuel cell power plant based on the detecting signal of a pressure gage 10, and before a fuel cell 1 receives a damage by the air adverse current to a fuel gas system, operation of a power plant is stopped and protected.

[0029] Example 9: Drawing 9 carries out the emergency shut down of the fuel cell power plant immediately by the instructions from the operation-control section 15, when the application example of an example 8 is shown, the pressure gage 10 in drawing 8 is transposed to an oxygen analyzer 11 and an oxygen analyzer 11 detects the air antisuckback from the gas purge line 7.

[0030]

[Effect of the Invention] it stated above -- like -- the off-gas recycle of this invention -- getting twisted -- the effect of degree account is done so

1) Since it was made to emit the off-gas part which prepares the gas purge line which branched from the off-gas recycling circuit, and is discharged from a fuel cell out of a system according to the claim 1 While the concentration of an impurity [ minute amounts / other than the hydrogen contained in fuel gas, such as byproduct hydrogen obtained from the chemical plant, ] recycles offgas, it suppresses increasing in a fuel gas system, and the performance which continued by this at the long period of time, and was stabilized in the fuel cell can be maintained, and it can operate.

[0031] 2) Moreover, by adopting various kinds of air antisuckback means described in a claim 3 or 12 to the aforementioned gas purge line Even when it originates in the load effect of a fuel cell etc. and the gas pressure of a recycling circuit falls Preventing that air flows backwards in a fuel gas system from an atmosphere side through a gas purge line protects a fuel cell from \*\*\*\*\*, the degradation resulting from the direct reaction of the hydrogen of fuel gas, and the oxygen in air, and a damage safely by this, and improvement in reliability of an off-gas recycle can be aimed at.

[Translation done.]

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

- [Drawing 1] The system flow view of the example corresponding to the example 1 of this invention  
[Drawing 2] The system flow view of the example corresponding to the example 2 of this invention  
[Drawing 3] The system flow view of the example corresponding to the example 3 of this invention  
[Drawing 4] The system flow view of the example corresponding to the example 4 of this invention  
[Drawing 5] The system flow view of the example corresponding to the example 5 of this invention  
[Drawing 6] The system flow view of the example corresponding to the example 6 of this invention  
[Drawing 7] The system flow view of the example corresponding to the example 7 of this invention  
[Drawing 8] The system flow view of the example corresponding to the example 8 of this invention  
[Drawing 9] The system flow view of the example corresponding to the example 9 of this invention  
[Drawing 10] The system flow view showing the off-gas recycle of the fuel cell power plant in the former

**[Description of Notations]**

- 1 Fuel Cell
- 1a Fuel electrode
- 2 Fuel Gas Supply Circuit
- 3 Ejector Pump
- 4 Off-gas Recycling Circuit
- 7 Gas Purge Line
- 8 Gas Supply Valve
- 9 Inert Gas Supply Line
- 10 Pressure Gage
- 11 Oxygen Analyzer
- 12 Flow Control Valve
- 13 Gas Flowmeter
- 14 Pressure Regulating Valve
- 15 Operation-Control Section

---

[Translation done.]

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel cell power plant which generates electricity by supplying the fuel electrode of a fuel cell after making rich fuel gas mix the aforementioned offgas the hydrogen which recycled the offgas discharged from the fuel electrode of a fuel cell, and was newly supplied from the outside -- As opposed to the off-gas recycling circuit which piped between the off-gas outlet of a fuel cell, and the fuel gas / off-gas mixture point in a fuel gas supply circuit The off-gas recycle of the fuel cell power plant characterized by making it emit the off-gas part which carries out the branch line of the gas purge line wide opened to the atmosphere side, and is recycled to the piping way out of a system through the aforementioned gas purge line.

[Claim 2] The off-gas recycle of the fuel cell power plant characterized by having the air antisuckback means which prevents air flowing into a recycling circuit from an atmosphere side through a gas purge line at the time of the gas pressure fall of a recycling circuit in an off-gas recycle according to clai

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

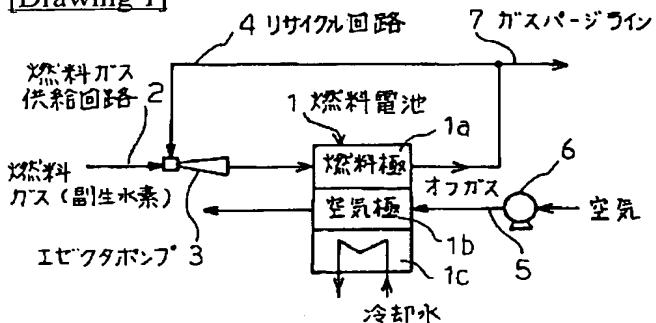
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

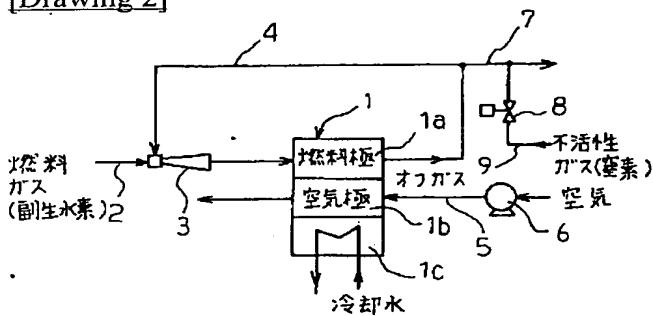
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

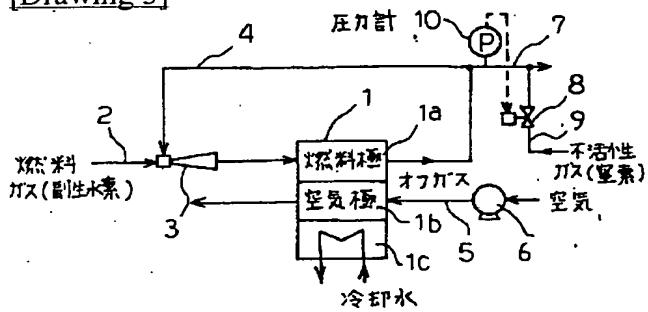
## [Drawing 1]



## [Drawing 2]

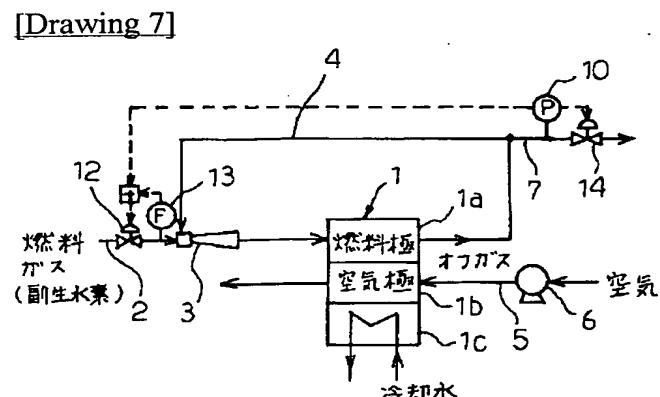
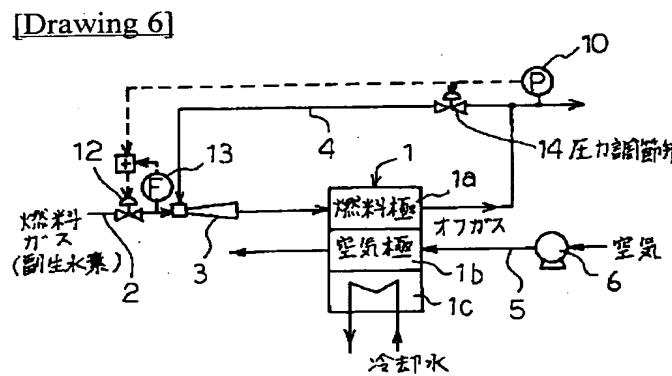
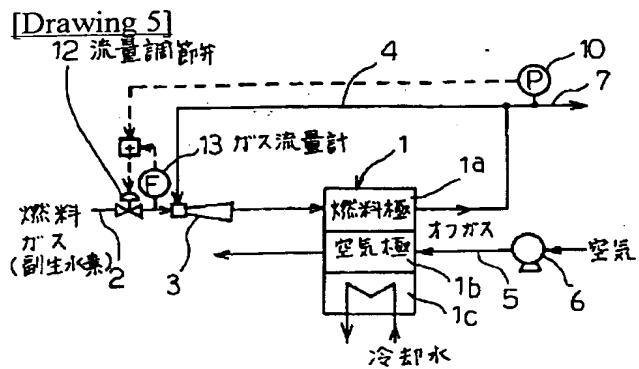
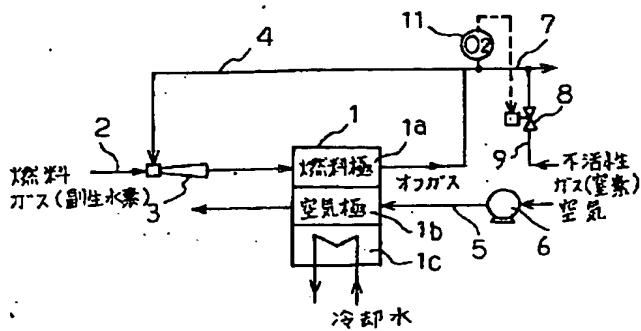


## [Drawing 3]

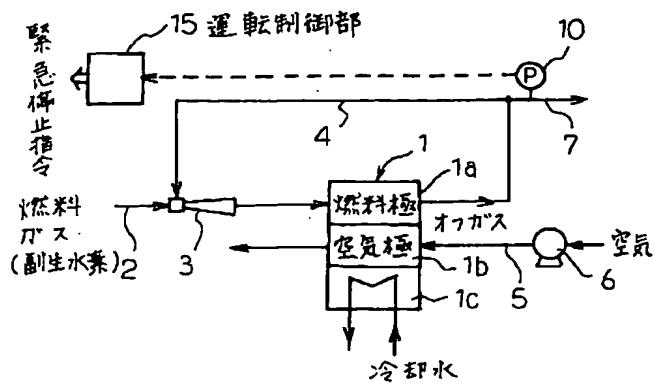


## [Drawing 4]

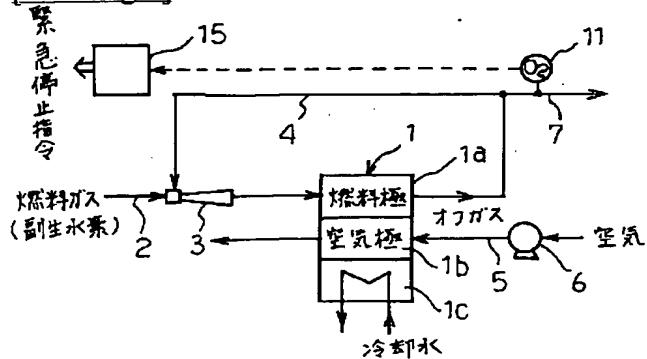
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Drawing 8]

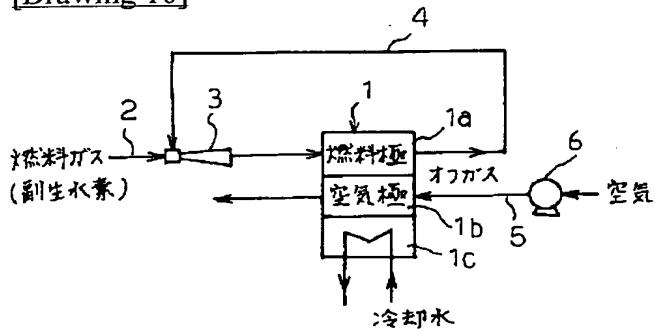
**THIS PAGE IS BLANK (USPTO)**



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-22714

(43)公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 M 8/04

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 1 M 8/04技術表示箇所  
J  
H

審査請求 未請求 請求項の数12 ○L (全7頁)

(21)出願番号 特願平7-171751

(22)出願日 平成7年(1995)7月7日

(71)出願人 000005234  
富士電機株式会社  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 若槻 滉  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 大賀 俊輔  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 長谷川 雅一  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 山口 巍

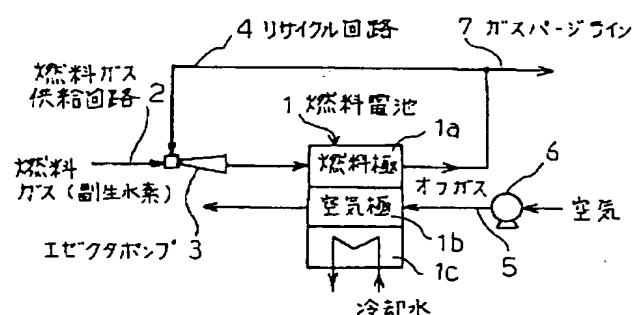
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式

## (57)【要約】

【目的】燃料電池の燃料極から排出されるオフガスをリサイクルし、外部から新たに供給した燃料ガス（副性水素）に前記オフガスを混合させた上で燃料電池の燃料極に再循環させる燃料電池発電装置を対象に、オフガスのリサイクルに伴って燃料ガスに含まれている水素以外の微量な不純物の濃度が蓄積するのを抑制し、燃料電池を長期間安定した性能で運転が行えるようにする。

【構成】燃料電池1の燃料極1aのガス出口と燃料ガス供給回路2に設置のエゼクタポンプ3との間に配管したオフガスのリサイクル回路4に対して、その配管路の途中に大気側に開放したガスバージライン7を分岐配管し、リサイクルするオフガスの一部を前記ガスバージラインを通じて系外に放出する。これにより、燃料ガス中に含まれている微量な不純物がリサイクルの繰り返しで系内に蓄積するのを抑制して電池性能の安定維持が図れる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】燃料電池の燃料極から排出されるオフガスをリサイクルし、外部から新たに供給した水素リッチな燃料ガスに前記オフガスを混合させた上で燃料電池の燃料極に供給して発電を行う燃料電池発電装置において、燃料電池のオフガス出口と燃料ガス供給回路における燃料ガス／オフガス混合地点との間に配管したオフガスのリサイクル回路に対し、その配管路に大気側に開放したガスバージラインを分岐配管し、リサイクルするオフガスの一部を前記ガスバージラインを通じて系外に放出するようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 2】請求項 1 記載のオフガスリサイクル方式において、リサイクル回路のガス圧低下時にガスバージラインを通じて大気側から空気がリサイクル回路に流入するのを防ぐ空気逆流防止手段を備えたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 3】請求項 2 記載のオフガスリサイクル方式において、空気逆流防止手段として、ガスバージラインに外部から不活性ガスを導入する不活性ガス供給ラインを設けたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 4】請求項 3 記載のオフガスリサイクル方式において、不活性ガス供給ラインを通じてガスバージラインへ不活性ガスを常時供給することを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 5】請求項 3 記載のオフガスリサイクル方式において、不活性ガス供給ラインにガス供給弁を備え、リサイクル回路のガス圧力変動に対応してガス供給弁を開閉制御することを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 6】請求項 5 記載のオフガスリサイクル方式において、ガスバージラインに圧力計、ないし酸素濃度計を備え、その信号を基にガス供給弁を開閉制御することを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 7】請求項 2 記載のオフガスリサイクル方式において、空気逆流防止手段として、リサイクル回路のガス圧を検出する圧力計、および燃料ガス供給回路に接続した流量調節弁を備え、前記ガス圧検出手段の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には流量調節弁の調節により燃料ガス供給量を増量してオフガスのガス圧を大気圧以上に保持するようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 8】請求項 2 記載のオフガスリサイクル方式において、空気逆流防止手段として、リサイクル回路にガス圧を検出する圧力計、および圧力調節弁を備え、前記圧力計の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には圧力調節弁の弁開度を絞って燃料電池より排出するオフガスのガス圧力を大気圧以上に保持するようにしたことを特

徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 9】請求項 8 記載のオフガスリサイクル方式において、圧力調節弁をガスバージラインの分岐地点より下流側、ないしはガスバージラインに備えたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 10】請求項 2 記載のオフガスリサイクル方式において、空気逆流防止手段として、リサイクル回路のガス圧を検出する圧力計、燃料ガス供給回路に接続した流量調節弁、およびリサイクル回路に圧力調節弁を備え、前記圧力計の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には流量調節弁の調節により燃料ガス供給量を増量するとともに、圧力調節弁の弁開度を絞って燃料電池より排出するオフガスのガス圧力を大気圧以上に保持するようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 11】請求項 1 記載のオフガスリサイクル方式において、ガスバージラインに圧力計を備え、その検出値が大気圧を基準に設定した許容下限値に達した際に燃料電池を緊急停止することを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

【請求項 12】請求項 1 記載のオフガスリサイクル方式において、ガスバージラインに酸素濃度計を備え、該計器が酸素を検出した際に燃料電池を緊急停止することを特徴とする燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池から排出される燃料オフガスをリサイクルし、外部より新たに供給した水素リッチな燃料ガスにオフガスを混合させて燃料電池の燃料極に再循環させるようにした燃料電池発電装置、特にそのオフガスリサイクル方式に関する。

**【0002】**

【従来の技術】最近になり、例えば食塩電解工場、ある種の合成化学工場などで主製品の生産に伴う副生物として得られる副生水素を、燃料電池の原燃料ガスとして利用するオンサイト用燃料電池発電装置の開発が進められている。また、この燃料電池発電装置について、原燃料の消費量節減、並びに燃料電池の水素利用率を低めて出力特性の改善を図ることを狙いに、燃料電池から排出される燃料オフガス（燃料電池の水素利用率は通常 60 ~ 80 % であり、オフガスには燃料電池の電気化学反応に寄与しなかった水素が含まれている）をリサイクルし、外部より新たに供給した燃料ガス（化学工場での副生水素）にオフガスをエゼクタなどを介して混合させた上で燃料電池に供給し、ようにした方式のものが知られている。

【0003】図 10 は前記したオフガスリサイクル方式を採用した従来の燃料電池発電装置のシステムフロー図である。図において、1 は燃料電池（リン酸型燃料電

池）、1a、1b、1cは模式的に表した燃料極、空気極、冷却板、2はサイト側の副生水素供給源に通じる燃料ガス供給回路、3は燃料ガス供給回路2に介装したエゼクタポンプ（燃料ガスを作動ガスとして作動するポンプ）、4は燃料電池1の燃料のオフガス出口と前記エゼクタポンプ3との間に配管したオフガスのリサイクル回路、5は空気供給回路、6は空気プロアである。

【0004】かかる構成で、燃料ガス（水素リッチな副生ガス）と空気を燃料電池1の燃料極1a、空気極1bに供給し、その電気化学的反応で発電することは周知の通りである。また、燃料電池1の燃料極1aから排出したオフガス（燃料電池で消費されなかつた水素を含む）はリサイクル回路4を経由してエゼクタポンプ3に吸い込まれ、ここで外部から新たに供給された燃料ガスと合流する。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、化学工場での副生物として得た副生水素は精製して燃料電池に供給するようにしているが、その純度は工場によって異なり、水素以外に微量ながら酸素、塩素、アンモニアなどの不純物を含んでいる。のために、前記のように燃料電池のオフガスをリサイクルして燃料電池に再循環させると、リサイクルの繰り返しに伴って不純物が次第に濃縮して燃料電池に導入される燃料ガスの不純物濃度が上昇し、これが原因で長期運転の間に燃料電池の電極触媒活性を低下させたり、腐食を与えてたりして電池性能に悪影響を及ぼすおそれがある。

【0006】本発明は上記の点にかんがみなされたものであり、燃料電池の燃料極から排出されるオフガスをリサイクルし、外部から新たに供給した水素リッチな燃料ガスに前記オフガスを混合させた上で燃料電池の燃料極に供給して発電を行う燃料電池発電装置を対象に、その第1の目的は燃料オフガスのリサイクル過程でオフガスの一部を系外に放出して電池性能に悪影響を及ぼすガス中の不純物の蓄積を抑制するようにし、また第2の目的はオフガスの一部を系外に放出する際に大気側から系内への空気逆流を防いで安全に運転が行えるようにした燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、本発明によれば、燃料電池のオフガス出口と燃料ガス供給回路における燃料ガス／オフガス混合地点との間に配管したオフガスのリサイクル回路に対し、その配管路に大気側に開放したガスバージラインを分岐配管し、リサイクルするオフガスの一部を前記ガスバージラインを通じて系外に放出するものとする。

【0008】また、前記方式の実施に際して第2の目的を達成するために、本発明によれば、リサイクル回路のガス圧低下時にガスバージラインを通じて大気側から空

気がリサイクル回路に流入するのを防ぐ空気逆流防止手段を備えるものとし、その空気逆流防止手段は、具体的に次記のような態様で実施することができる。

1) 空気逆流防止手段として、ガスバージラインに外部から不活性ガスを導入する不活性ガス供給ラインを設ける。

【0009】2) 前項1)において、不活性ガス供給ラインを通じてガスバージラインへ不活性ガスを常時供給する。

3) 前項1)において、不活性ガス供給ラインにガス供給弁を備え、リサイクル回路のガス圧力変動に対応してガス供給弁を開閉制御する。

4) 前項3)において、ガスバージラインに圧力計、ないし酸素濃度計を備え、その信号を基にガス供給弁を開閉制御する。

【0010】5) 空気逆流防止手段として、リサイクル回路のガス圧を検出する圧力計、および燃料ガス供給回路に接続した流量調節弁を備え、前記ガス圧検出手段の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には流量調節弁の調節により燃料ガス供給量を増量してオフガスのガス圧を大気圧以上に保持するようとする。

6) 空気逆流防止手段として、リサイクル回路にガス圧を検出する圧力計、および圧力調節弁を備え、前記圧力計の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には圧力調節弁の弁開度を絞って燃料電池より排出するオフガスのガス圧力を大気圧以上に保持するようとする。

【0011】7) 前項6)において、圧力調節弁をガスバージラインの分岐地点より下流側、ないしはガスバージラインに備える。

8) 空気逆流防止手段として、リサイクル回路のガス圧を検出する圧力計、燃料ガス供給回路に接続した流量調節弁、およびリサイクル回路に圧力調節弁を備え、前記圧力計の信号を基に、オフガスのガス圧低下時には流量調節弁の調節により燃料ガス供給量を増量するとともに、圧力調節弁の弁開度を絞って燃料電池より排出したオフガスのガス圧力を大気圧以上に保持するようとする。

【0012】さらに、大気側から系内への空気逆流が原因で燃料電池がダメージを受けるのを防止する手段として、ガスバージラインに圧力計を備え、その検出値が大気圧を基準に設定した許容下限値に達した際に燃料電池を緊急停止する、あるいはガスバージラインに酸素濃度計を備え、該計器が酸素を検出した際に燃料電池を緊急停止する方式もある。

#### 【0013】

【作用】前記のように燃料電池から排出される燃料オフガスをリサイクルする過程で、オフガスの一部をリサイクル回路から分岐したガスバージラインを通じて系外に放出することにより、オフガスのリサイクル量が減少してその分だけガス中に含まれている不純物濃度の上昇が

抑制される。なお、外部から燃料電池に供給する燃料ガス（副生水素）のガス圧ははゲージ圧で数百mmAg程度であり、また燃料電池から排出されるオフガスのガス圧は、リサイクル回路の配管径にもよるが、大凡100～200mmAgであって大気圧よりも高い。

【0014】ところで、リサイクル回路を流れるオフガスは外部から新たに供給する燃料ガスを駆動ガスとするエゼクタ（図10参照）に吸い込まれるため、例えば燃料電池の負荷が急増（燃料電池での燃料ガス消費量が増大する）するなどして過渡的に燃料電池から排出されるオフガスの量が減少すると、リサイクル回路のガス圧が低下して大気圧に対して負圧になり、このためにガスバージラインを通じて大気側から系内に空気が逆流して燃料ガスに空気が混入するおそれがある。このような事態になると燃料ガスの水素と空気中の酸素とが直接反応して電池性能を低下させ、空気の混入量が増加すれば安全上の問題も派生する。

【0015】かかる点、空気の逆流防止手段としてガスバージラインに窒素などの不活性ガスを導入すれば、オフガスのガス圧が低下した場合でも大気側から空気が系内に逆流するのを防止できる。また、オフガスの圧力低下を圧力計で検出し、その信号を基に燃料ガス供給回路に接続した流量調節弁の弁開度を開いて燃料ガスの供給量を增量すれば、これに伴ってオフガス量も増えてリサイクル回路のガス圧が回復するので、空気の逆流が防止できる。同様にオフガスの圧力低下時にリサイクル回路に介装した圧力調節弁の弁開度を絞るように調節すれば、弁より上流側の管路を流れるオフガスのガス圧が回復する。

【0016】さらに、リサイクル回路のガスバージラインに配した圧力計、あるいは酸素濃度計にてガス圧、酸素濃度を監視し、電池負荷の増大などでオフガスのガス圧が大気圧を基準に設定した許容下限値以下に低下したり、あるいはガス低下に伴って大気中から空気が逆流防して酸素が検出される事態になった場合には、前記圧力計、酸素濃度計の検出信号を基に燃料電池を緊急停止することで、燃料電池のダメージを未然に回避して保護できる。

#### 【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、各実施例の図中で図10に対応する同一部材には同じ符号が付してある。

実施例1：図1は本発明の請求項1に対応する実施例を示すものであり、オフガスのリサイクル回路4に対して、その途中から大気中に開放したガスバージライン7が分岐接続されている。このガスバージライン7はリサイクル回路4の本管に較べて管径の細い管を使用し、燃料電池1から排出されるオフガスの量を100%として例えれば5%程度のオフガスをガスバージライン7より大気側に放出し、残りの95%をリサイクル回路4を通じて

燃料ガス供給回路2へリサイクルするようにしている。

【0018】このように、燃料電池の運転時にオフガスの一部をリサイクル回路4からガスバージライン7を通じて系外に放出することにより、燃料ガス中に含まれている微量の不純物がオフガスリサイクルの繰り返しで高い濃度に濃縮されるのを抑制でき、それだけ燃料電池の電池性能に及ぼす悪影響を軽減して長期間に亘り安定した電池性能の維持が図れる。

【0019】実施例2：図2は実施例1のガスバージライン7に対して、空気の逆流防止手段として不活性ガス供給ラックを備えた本発明の請求項2、3、4に対応する実施例を締めものである。この実施例においては、ガスバージライン7にガス供給弁8を介して不活性ガス（窒素）供給源に通じる不活性ガス供給ライン9を接続し、燃料電池1の運転中にガス供給弁9を開いて不活性ガス（ガス圧を大気圧より若干高い圧力に設定しておく）を常時導入する。

【0020】かかる構成により、燃料電池の運転中に電池負荷の急増などに伴ってリサイクル回路4を流れるオフガスのガス圧が低下し、大気圧に対して負圧になった場合でも大気側から空気の逆流するおそれがない。実施例3：図3は本発明の請求項5、6に対応する前記実施例2の応用実施例を示し、オフガスのリサイクル回路4から分岐したガスバージライン7に圧力計10を配備し、そのガス圧の検出値を基に図2の不活性ガス供給ライン9に接続したガス供給弁8を開閉制御するようにしたものである。

【0021】ここで、オフガスが十分なガス圧を保っている定常運転時には前記ガス供給弁8を閉じておき、オフガスの一部をガスバージライン7を通じて系外に放出する。一方、オフガスのガス圧が大気圧を基準に設定した許容下限値に低下すると、圧力計10の検出値を基にガス供給弁8を開いてガスバージライン7に不活性ガスを導入し、大気側から空気が逆流するのを防止する。

【0022】実施例4：図4は前記実施例3の応用実施例を示すものであり、この実施例においては、実施例3の圧力計を酸素濃度計11に置き換え、不活性ガス供給ライン9のガス供給弁8を開閉制御するようにしている。すなわち、オフガスのガス圧が許容下限圧以下に低下し、このためにガスバージライン7を通じて大気側から空気が逆流して酸素濃度計11が空気中の酸素を検出すると、その信号を基にガス供給弁8を開いてガスバージライン7に不活性ガスを導入し、リサイクル回路4への空気逆流を防止する。

【0023】実施例5：図5は先記実施例2～4とは異なる空気逆流防止手段を備えた本発明の請求項7に対応する実施例を示すものである。この実施例においては、空気逆流防止手段として、ガスバージライン7に配した圧力計10のほかに、燃料ガス供給回路2にはエゼクタ

3の上流側に流量調節弁12、およびガス流量計13を備えている。

【0024】そして、電池負荷の急増時など、燃料電池1から排出するオフガス量が減少してリサイクル回路4に流れるオフガスのガス圧が低下した際には、圧力計10の検出信号を基に流量調節弁12の弁開度を大きくなるように調節制御して、燃料電池1に供給する燃料ガス量を增量し、そのガス流量の増加をガス流量計13により検出してフィードバック制御する。これにより、燃料電池1から排出するオフガス量も増加してリサイクル回路4、およびガスバージライン7のガス圧が回復し、この結果としてガスバージライン7を通じて大気側からの空気逆流が防止される。

【0025】実施例6：図6は実施例5をさらに発展させた本発明の請求項8、9、10に対応する実施例を示すものである。この実施例においては、図5の構成に加えてリサイクル回路4におけるガスバージライン7の分岐点より下流側に圧力調節弁14が追加装備されている。

【0026】そして、オフガスの圧力低下時には、圧力計10の検出信号を基に実施例5と同様に燃料ガス供給回路2に接続した流量調節弁12の弁開度を開いて燃料電池1から排出するオフガス量を增量する方向に制御するとともに、同時にリサイクル回路4に接続した圧力調節弁14の弁開度を絞り、ガスバージライン7を含めた圧力調節弁14の上流側のガス圧を急速に回復させて大気側からの空気逆流を防止する。なお、オフガスの圧力低下が大きい場合には圧力が十分回復するまで圧力調節弁14を完全に閉じてオフガスのリサイクルを一時的に中断させる方法がある。

【0027】実施例7：図7は前記実施例6の応用実施例を示すものであり、この実施例では図6における圧力調節弁14がガスバージライン7に移し変えて設置されている。そして、オフガスの圧力低下時には圧力調節弁14を絞るか、あるいは閉じてガスバージライン7における系内側のガス圧を大気圧よりも高い圧力に保持し、空気の逆流防止を図る。

【0028】実施例8：図8は本発明の請求項1記載の10に対応する実施例を示すものである。この実施例においては、ガスバージライン7に配した圧力計10によりオフガスのガス圧を監視し、ガス圧が大気圧を基準とした許容下限値まで低下した場合には、圧力計10の検出信号を基に燃料電池発電装置の運転制御部15から緊急停止指令を出し、燃料ガス系への空気逆流により燃料電池1がダメージを受ける以前に発電装置の運転を停止して保護する。

【0029】実施例9：図9は実施例8の応用実施例を示すものであり、図8における圧力計10を酸素濃度計11に置き換え、酸素濃度計11がガスバージライン7からの空気逆流防止を検出した際には、運転制御部15

からの指令で直ちに燃料電池発電装置を緊急停止させる。

### 【0030】

【発明の効果】以上述べたように、本発明のオフガスリサイクル方式によれば次記の効果を奏する。

1) 請求項1によれば、オフガスのリサイクル回路から分岐したガスバージラインを設けて燃料電池から排出するオフガスの一部を系外に放出するようにしたので、化学工場から得た副生水素などの燃料ガスに含まれている水素以外の微量な不純物の濃度がオフガスをリサイクルする間に燃料ガス系内に増大するのを抑制し、これにより長期間に亘って燃料電池を安定した性能を維持して運転することができる。

【0031】2) また、前記のガスバージラインに対して、請求項3ないし12に記した各種の空気逆流防止手段を採用することにより、燃料電池の負荷変動などに起因してリサイクル回路のガス圧が低下した際でも、ガスバージラインを通じて大気側から空気が燃料ガス系に逆流するのを防止することができ、これにより燃料電池を燃料ガスの水素と空気中の酸素との直接反応に起因する性能低下、ダメージから安全に保護してオフガスリサイクル方式の信頼性向上が図れる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応する実施例のシステムフロー図

【図2】本発明の実施例2に対応する実施例のシステムフロー図

【図3】本発明の実施例3に対応する実施例のシステムフロー図

【図4】本発明の実施例4に対応する実施例のシステムフロー図

【図5】本発明の実施例5に対応する実施例のシステムフロー図

【図6】本発明の実施例6に対応する実施例のシステムフロー図

【図7】本発明の実施例7に対応する実施例のシステムフロー図

【図8】本発明の実施例8に対応する実施例のシステムフロー図

【図9】本発明の実施例9に対応する実施例のシステムフロー図

【図10】従来における燃料電池発電装置のオフガスリサイクル方式を示すシステムフロー図

### 【符号の説明】

1 燃料電池

1 a 燃料極

2 燃料ガス供給回路

3 エゼクタポンプ

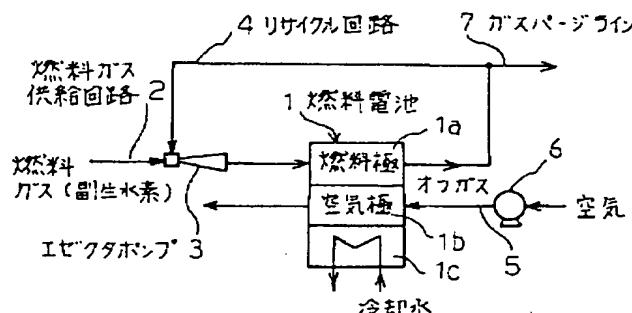
4 オフガスのリサイクル回路

7 ガスバージライン

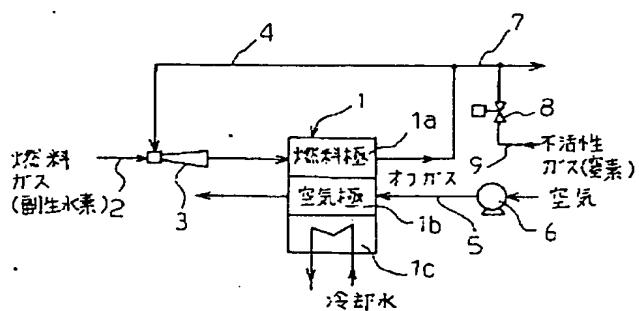
- 8 ガス供給弁  
 9 不活性ガス供給ライン  
 10 圧力計  
 11 酸素濃度計

- 1 2 流量調節弁  
 1 3 ガス流量計  
 1 4 圧力調節弁  
 1 5 運転制御部

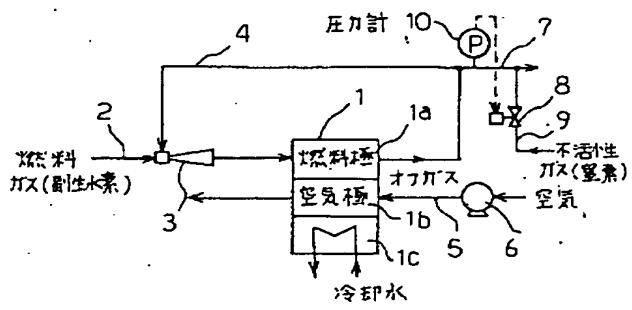
【図1】



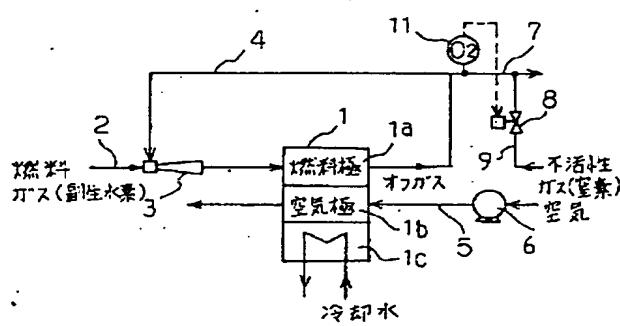
【図2】



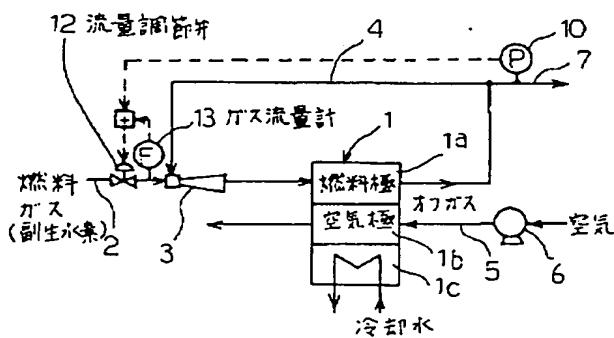
【図3】



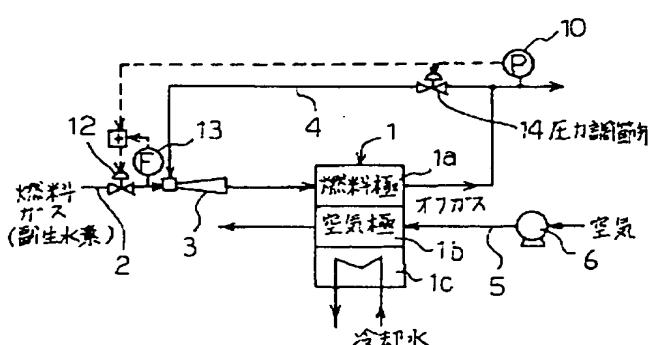
【図4】



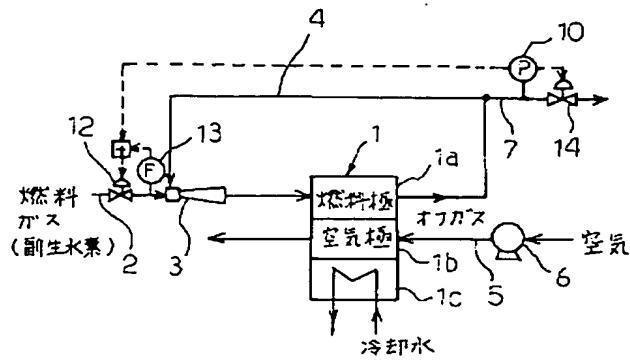
【図5】



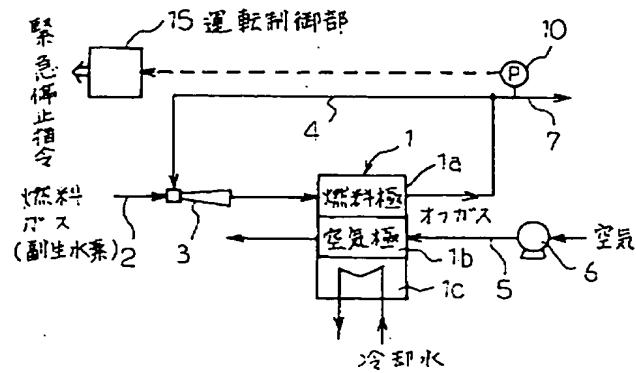
【図6】



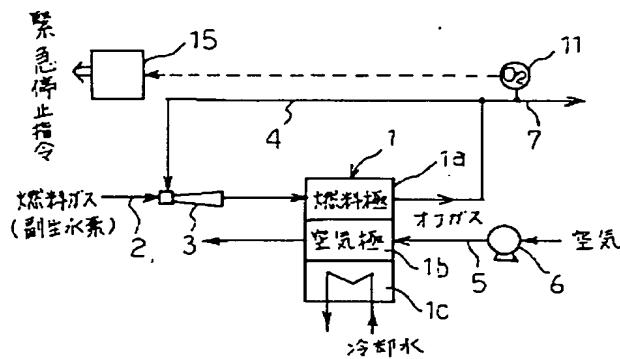
【図7】



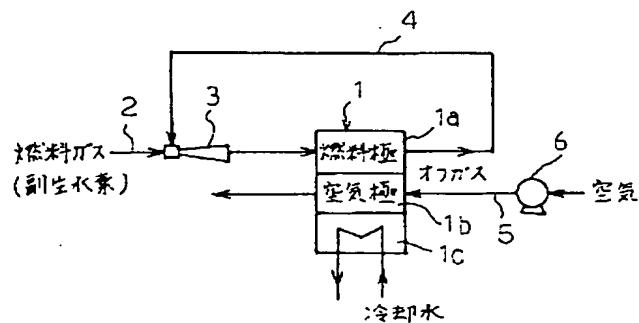
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 吉岡 浩

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

(72)発明者 三上 誠

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**